

500,890

REGD PCT/PTO 2011/11

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2003 年 7 月 24 日 (24.07.2003)

PCT

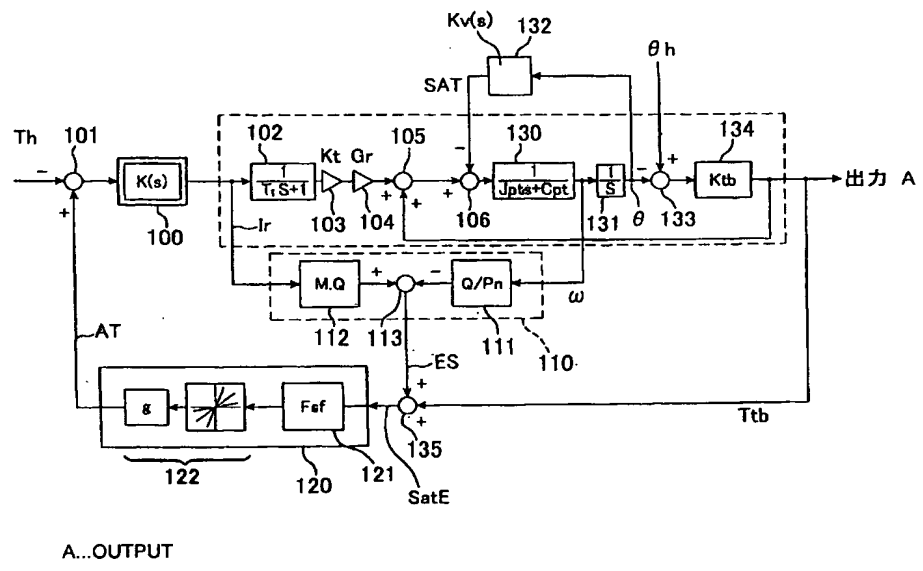
(10) 国際公開番号  
WO 03/059719 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: B62D 5/04, 6/00 (ENDO,Shuji) [JP/JP]; 〒371-8527 群馬県 前橋市 烏羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP). リジャント エスティコ (RIJANT,Estiko) [ID/JP]; 〒371-8527 群馬県 前橋市 烏羽町78番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP). 陳 慧 (CHEN,Hui) [CN/JP]; 〒371-8527 群馬県 前橋市 烏羽町 7 8 番地 日本精工株式会社内 Gunma (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP03/00067
- (22) 国際出願日: 2003 年 1 月 8 日 (08.01.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2002-1935 2002 年 1 月 9 日 (09.01.2002) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区 大崎 1 丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 遠藤 修司
- (74) 代理人: 安形 雄三 (AGATA,Yuzo); 〒107-0052 東京都港区 赤坂2丁目13番5号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: ELECTRIC POWER STEERING APPARATUS CONTROL APPARATUS

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置の制御装置



A...OUTPUT

(57) Abstract: An electric power steering apparatus controls a motor giving a steering auxiliary force to a steering mechanism according to a current control value based on a steering auxiliary instruction value calculated by calculation means according to the steering torque generated in a steering shaft and a current value of the motor. The apparatus includes a self-aligning torque estimation unit for estimating a self-aligning torque by a disturbance observer and a steering torque feedback unit for defining the steering counterforce according to the self-aligning torque estimation value estimated by the self-aligning torque estimation unit and feeding it back to the steering torque.

[続葉有]

WO 03/059719 A1



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基いて演算手段で演算された操舵補助指令値と、モータの電流値とから演算した電流制御値に基いてステアリング機構に操舵補助力を与える前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置において、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値に基づいて操舵反力の定義を行って前記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを設ける。

## 明 細 書

## 電動パワーステアリング装置の制御装置

## 5 技術分野

本発明は、ドライバの操作に応じて自動車の転舵用の車輪を転舵させるためのパワーステアリング装置に関し、特に路面情報、外乱情報等の加工と操舵安全性の設計を独立して設計でき、チューニングし易く、かつ安全で快適な操舵性能を得られる電動パワーステアリング装置に

10 関する。

## 背景技術

自動車のステアリング（舵取り）は、車室の内部に配された操舵手段の操作（一般的にはステアリングホイールの回転操作）を、ステアリン  
15 グ用の車輪（一般的には前輪）の操向のために車室の外部に配された舵取機構に伝えて行われる。

自動車用のステアリング機構としては、ボールねじ式、ラック・ピニオン式等の種々の形式のものが実用化されている。例えば、車体の前部に左右方向に延設されたラック軸の軸長方向の摺動を、左右の前輪に付  
20 設されたナックルアームにタイロッドを介して伝える構成としたラック・ピニオン式のステアリング機構は、車室外に延びるステアリングホイールの回転軸（ステアリングコラム）の先端に嵌着されたピニオンをラック軸の中途に形成されたラック歯に噛合させ、ステアリングホイールの回転をラック軸の軸長方向の摺動に変換して、ステアリングホイー  
25 ルの回転操作に応じたステアリングを行わせる構成となっている。

また、近年においては、ステアリング機構の中途に油圧シリンダ、電動

モータ等の操舵補助用のアクチュエータを配設し、このアクチュエータを、舵取りのためにステアリングホイールに加えられる操舵力の検出結果に基づいて駆動し、ステアリングホイールの回転に応じたステアリング機構の動作（駆動）をアクチュエータの出力によって補助し、運転者の  
5  の労力負担を軽減する構成としたパワーステアリング装置が広く普及している。

ここで、電動パワーステアリング装置の一般的な構成を第 8 図に示して説明すると、ステアリングホイール 1 の軸 2 は減速ギア 3、ユニバーサルジョイント 4a 及び 4b、ピニオンラック機構 5 を経て操向車輪のタイロッド 6 に結合されている。軸 2 には操舵トルクを検出するトルクセンサ 10 が設けられており、ステアリングホイール 1 の操舵力を補助するモータ 20 が減速ギア 3 を介して軸 2 に結合されている。パワーステアリング装置を制御するコントロールユニット 30 には、バッテリー 14 からイグニッションキー 11 及びリレー 13 を経て電力が供給され、コン  
10  トロールユニット 30 は、トルクセンサ 10 で検出された操舵トルク T、車速センサ 12 で検出された車速 V に基いてアシスト指令の操舵補助指令値 I の演算を行い、演算された操舵補助指令値 I に基いてモータ 20 に供給する電流を制御する。  
15  

コントロールユニット 30 は主として CPU で構成されるが、その  
20  CPU 内部においてプログラムで実行される一般的な機能を示すと、第 9 図のようになる。

コントロールユニット 30 の機能及び動作を説明すると、トルクセンサ 10 で検出されて入力される操舵トルク T は、操舵系の安定性を高めるために位相補償器 31 で位相補償され、位相補償された操舵トルク T A が操舵補助指令値演算器 32 に入力される。また、車速センサ 12 で  
25  検出された車速 V も操舵補助指令値演算器 32 に入力される。操舵補助指令値演算器 32 は、入力された操舵トルク T A 及び車速 V に基いてモータ 20 に供給する電流の制御目標値である操舵補助指令値 I を決定する。操舵補助指令値 I は減算器 30 A に入力されると共に、応答速度を

高めるためのフィードフォワード系の微分補償器 34 に入力され、減算器 30A の偏差 ( $I - i$ ) は比例演算器 35 に入力されると共に、フィードバック系の特性を改善するための積分演算器 36 に入力される。微分補償器 34 及び積分補償器 36 の出力も加算器 30B に加算入力され、  
5 加算器 30B での加算結果である電流制御値  $E$  が、モータ駆動信号としてモータ駆動回路 37 に入力される。モータ 20 のモータ電流値  $i$  はモータ電流検出回路 38 で検出され、モータ電流値  $i$  は減算器 30A に入力されてフィードバックされる。

一方、第 8 図の機構を伝達関数で表すと第 10 図のようになる。第 10 図において、ブロック 301 はコントロールユニット 30 の伝達関数  $K(s)$  であり、ブロック 201 は 1 次遅れ関数の特性を有するモータ 20 の伝達関数であり、ブロック 202 はモータ 20 のトルク係数  $K_t$  を示している。ブロック 3A は減速ギア 3 のギア比  $G_r$  であり、ギア比  $G_r$  の出力と操舵トルク  $T_h$  が減算器 41 に入力され、加算器 42 を経  
15 てピニオンラック機構 5 の伝達関数 501 に入力される。伝達関数 501 の出力である角速度  $\omega$  は積分要素 502 を経て角度  $\theta$  となり、角度  $\theta$  が車両のダイナミック特性  $K_v(s)$  のブロック 43 を経て減算器 42 にフィードバックされている。また、角度  $\theta$  はステアリングホイール角度  $\theta_h$  と共に減算器 44 に入力され、その加算結果はトーションバーのバネ  
20 係数 ( $K_{tb}$ ) 503 を経て、操舵補助指令値演算器 32 に相当する MAP40 に入力され、MAP40 の出力がコントロールユニット 301 に入力されている。

コントロールユニット 301 の周波数応答特性は第 11 図のようになっている。同図 (A) はゲイン特性であり、同図 (B) は位相特性である。更にトーションバーのトルク特性は第 12 図 (A) であり、角度は同図 (B) であり、それぞれ MAP40 のゲイン  $1/150$ 、 $1$ 、 $10$ 、 $50$  に従ってそれぞれ図示 (a)、(b)、(c)、(d) のように変化する。第 12 図は第 10 図でチューニングした結果を示しており、フィードバック信号の MAP40 のゲインを  $1/150$ 、 $1$ 、 $10$ 、 $50$  で変えた様  
25

子を示している。この結果から、ゲイン1/150、1、10、50によって、その結果に余り差異がないのでチューニングし難いことが分かる。

従来の電動パワーステアリング装置では、ロバスト安定化補償器により、システムの安定性と路面情報、外乱情報に対する処理とを同時に設計するようになっている。ロバスト安定化補償器は例えば特開平8-290778号公報に示されているような補償器であり、sをラプラス演算子とする特性式  $G(s) = (s^2 + a1 \cdot s + a2)/(s^2 + b1 \cdot s + b2)$  を有し、操舵トルクTに含まれる慣性要素とバネ要素から成る共振系の共振周波数のピーク値を除去し、制御系の安定性と応答性を阻害する共振周波数の位相のずれを補償している。

しかしながら、1つの補償器で複数の情報と複数の周波数領域の信号を処理することは、チューニング上では困難である。特に機械的又は電気的な特性が少しでも変わると、チューニングの時間が多くかかるという問題がある。また、かなり経験豊富な技術者でないと、同じ性能の装置が得られないという問題もある。

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、チューニングし易く、安価な構成で、安定かつ快適な操舵フィーリングが得られる電動パワーステアリング装置を提供することにある。

## 発明の開示

本発明は、ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基いて演算手段で演算された操舵補助指令値と、モータの電流値とから演算した電流制御値に基いてステアリング機構に操舵補助力を与える前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置に関するもので、本発明の上記目的は、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値

に基づいて操舵反力の定義を行って前記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを設けることによって達成される。

#### 図面の簡単な説明

- 5 第1図は、本発明によるSAT及び操舵トルクを用いたフィードバック制御系パワーステアリング装置の構成例（伝達関数）を示すブロック線図である。第2図は、コントロールユニットの周波数応答例を示す図である。第3図は、SAT推定部の周波数特性例を示す線図である。第4図は、フィーリング特性部の静的特性部の特性例を示す図である。第5図は、フィーリング特性部の動的特性部の特性例を示す図である。第6図は、本発明の効果を説明するための図である。第7図は、本発明の効果を説明するための図である。第8図は、一般的な電動パワーステアリング装置の機構図である。第9図は、電動パワーステアリング装置のコントロールユニット構成例を示すブロック図である。
- 10 第10図は、第8図で示すパワーステアリング装置の伝達関数系を示すブロック線図である。第11図は、従来のコントロールユニットの周波数特性を示す図である。第12図は、従来のトーションバー特性を示す図である。
- 15

#### 20 発明を実施するための最良の形態

- 本発明では、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部を設け、セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値とモータ回転（角度）信号又は角速度信号に基づいて操舵反力の定義を行って操舵トルクにフィードバックしている。また、本発明ではセルフアライニングトルクを推定し、そのセルフアライニングトルク推定値をトーションバーのトルク情報と共に操舵トルクにフィードバックしている。本発明のコントロールユニットは、システムの特性格変動（例えば共振周波数）があってもシステムの安定性が確保できることで、ロバスト性を有して
- 25

いる。そして、操舵反力の静特性の定義を、必要操舵力及びセルフアライニングトルク推定値に基づいて決め、操舵反力の動特性の定義を、ドライバに伝えたい情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを大きくし、ドライバに伝えたくない情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを小さくするようになっている。このため、必要な操舵反力の定義を容易に行うことができ、安価な構成で安定かつ快適な操舵フィーリングを実現することができる。

また、セルフアライニングトルクの推定にモータ回転信号（又は角速度信号）及びモータ電流指令値を用いるようになっているので、モータ制御に使用されるモータ回転信号（又は角速度信号）を利用し、高精度かつ安価なセルフアライニングトルク推定部の構成を実現できる。

第1図は本発明のブロック線図構成例を示しており、操舵トルク  $T_h$  はコントロールユニット 100（伝達関数： $K(s)$ ）に入力され、その出力であるモータ電流指令値  $I_r$  が1次遅れ関数のモータ 102（伝達関数： $1/(T_1 \cdot s + 1)$ ）、モータのトルク係数 103（伝達関数： $K_t$ ）、減速ギアのギア比 104（伝達関数： $G_r$ ）を経て加算器 105に入力される。加算器 105の加算結果は減算器 106を経てピニオンラック機構 130（伝達関数： $1/(J_{pt} \cdot s + C_{pt})$ ）に入力される。ピニオンラック機構 130の出力であるモータ角速度  $\omega$  は積分要素 131を経て角度  $\theta$  となり、角度  $\theta$  が車両のダイナミック特性 132（伝達関数： $K_v(s)$ ）を経て減算器 106にフィードバックされている。ピニオンラック機構 130の  $J_{pt}$  はピニオンベース慣性モーメントであり、 $C_{pt}$  はピニオンベースダンピング係数である。また、角度  $\theta$  はステアリングホイール角度  $\theta_s$  と共に減算器 133に入力され、その加算結果はトーションパーのパネ係数 134（伝達関数： $K_{tb}$ ）を経て加算器 135に入力され、加算器 135にはセルフアライニングトルク推定部 110からのセルフアライニングトルク推定値  $ES$  が入力されている。セルフアライニングトルク推定部 110は、モータ電流指令値  $I_r$  とモータ角速度  $\omega$  からセルフアライニングトルク（SAT）の推定を行い、セルフ



アライニングトルク推定部 1 1 0 で推定されたセルフアライニングトルク推定値 ES に基づいて操舵反力（味付け成分）AT の定義を行って、操舵トルク  $T_h$  に減算器 1 0 1 を介してフィードバックする操舵トルクフィードバック部 1 2 0 が設けられている。

- 5      セルフアライニングトルク推定部 1 1 0 は、モータ角速度  $\omega$  を入力して処理する要素 1 1 1 ( $Q/P_n$ ) と、モータ電流指令値  $I_r$  を入力して処理する要素 1 1 2 ( $M \cdot Q$ ) とを有し、要素 1 1 1 と要素 1 1 2 との偏差を減算器 1 1 3 で求めてセルフアライニングトルク推定値 ES として出力するようになっている。  $Q(s)$  は低域通過フィルタを表し  
10      ており、  $P_n(s)$  はラック・ピニオンの理論上のモデルである。要素 1 1 1 は伝達関数  $Q(s)$  と伝達関数  $P_n^{-1}$  で構成され、  $M$  はモータの伝達関数 ( $= 1/(T_1 \cdot s + 1)$ ) であり、  $Q(s)$  との乗算で要素 1 1 2 が形成されている。

- 要素 1 1 2 の  $M \cdot Q$  はモータの電気的特性  $M$  に低域通過フィルタ  
15       $Q$  を乗算するものであり、要素 1 1 1 の  $Q/P_n$  は低域通過フィルタ  $Q$  を理想上のモデル  $P_n$  で除算したものである。セルフアライニングトルク推定部 1 1 0 がセルフアライニングトルク推定値 ES を演算できる根拠は、下記の通りである。トルク  $T_m$  は下記 (1) 式で表される。

20      
$$T_m = M(s) \times I_r \quad \dots (1)$$
  
ただし、  $M(s) = (K_t \times G_r) / (T_1 \cdot s + 1)$

また、モータ角速度  $\omega$  は下記 (2) 式で表される。

25      
$$\omega = P(s) \times [T_m + T_{tb} - SAT] \quad \dots (2)$$
  
ただし、  $P(s) = 1/(J_{pt} \cdot s + C_{pt})$

そして、セルフアライニングトルク推定部 1 1 0 の構成より、セルフアライニングトルク推定値 ES は下記 (3) 式で表される。

$$ES = M \cdot Q - Q/P_n \quad \dots (3)$$

従って、(3)式に上記(1)式及び(2)式を代入すると、下記(4)  
5 式となる。

$$\begin{aligned} ES &= Q(s) \times T_m - Q(s) \times P(s) \times [T_m + T_{tb} - SAT] / P_n(s) \\ &= \{Q(s) \times T_m - Q(s) \times [P(s) / P_n(s) \times T_m]\} \\ &\quad \times \{Q(s) \times [P(s) / P_n(s)] \times [SAT - T_{tb}]\} \quad \dots (4) \end{aligned}$$

10

そして、 $P_n(s) = P(s)$ となるようにピニオンラック機構130のピニ  
オンベース慣性モーメント  $J_{pt}$  及びピニオンベースダンピング係数  
 $C_{pt}$  の値を決めれば、次の関係が得られる。

$$15 \quad ES = Q(s) \times [SAT - T_{tb}] \quad \dots (5)$$

従って、操舵フィードバック部120に入力されるのは加算器13  
5の加算結果であるので、下記(6)式となる。

$$\begin{aligned} 20 \quad SatE &= ES + T_{tb} \\ &= Q(s) \times SAT + [1 - Q(s)] \times T_{tb} \quad \dots (6) \end{aligned}$$

従って、 $Q(s) = 1$ の領域においては次式となる。

$$25 \quad SatE = SAT \quad \dots (7)$$

以上より、セルフアライニングトルク SAT とセルフアライニングト  
ルク推定値 ES との関係は(5)式で表され、セルフアライニングト  
ルク SAT と加算結果 SatE との関係は(7)式で表される。

また、フィルタ  $Q$ 、モータ特性  $M$ 、モデル  $P_n$  の特性はそれぞれ下記のように表せる。フィルタ  $Q(s)$  は角速度  $\omega$  を使用した場合、 $T_q$  を時定数として

5 
$$Q(s) = 1/(T_q \cdot s + 1) \quad \dots (8)$$

で表され、角度  $\theta$  を使用した場合、 $b_0$ ,  $b_1$  を定数として

10 
$$Q(s) = b_1/(s^2 + b_0 \cdot s + b_1) \quad \dots (9)$$

で表され、いずれも高域遮断フィルタである。そして、モータ特性  $M(s)$  とモデル  $P(s)$  は

$$M(s) = K_t \times G_r / (T_l \cdot s + 1) \quad \dots (10)$$

15 
$$P(s) = 1/(J_{pn} \cdot s + C_{pn}) \quad \dots (11)$$

で表せる。

以上のように操舵フィードバック部 120 に入力されるのは加算結果  $SatE$  で、コントロールユニット 100 に入力されるのは操舵トルク  $Th$  と操舵フィードバック部 120 の出力である操舵反力  $AT$  との偏差 ( $AT - Th$ ) で、本制御システムでは操舵トルク  $Th$  及び  $SAT$  情報をフィードバック制御に利用している。

20

また、本発明ではコントロールユニット 100 の特性を、積分要素を含まない第 2 図のゲイン及び位相特性としており、低域では比例要素となっており、高域は遮断特性となっている。セルフアライニングトルク推定部 110 の特性は第 3 図に示すようになっている。第 3 図では実際のセルフアライニングトルク  $SAT$  (実線) と推定したセルフアライニングトルク  $ES$  (破線) とを示している。更に、操舵トルクフィードバック部 120 は動的特性部 121 及び静的特性部

25

1 2 2で構成されており、動的構成部 1 2 1は第4図に示す特性を有しており、静的特性部 1 2 2は第5図に示す特性を有している。静的特性部 1 2 2はドライバが感じるトルクの味付けを行い、フィーリング特性部の機能を有しており、本例ではゲイン  $g$  を表すものと曲線パターンを表すものとに分けている。第4図において、領域 AR2 (角周波数  $\omega_1 \sim \omega_2$ ) はドライバに伝えたい情報の周波数帯域を示し、領域 AR1 (角周波数  $\omega_1$  以下) 及び領域 AR3 (角周波数  $\omega_2$  以上) は抑制したい外乱情報の周波数帯域を示している。第5図は目的とする静的特性であるが、実際には第5図の特性をカバーするようにゲイン  $g$  を適当な範囲 (1/150, 1, 10, 50) において変動させている。

上述のような構成において、操舵トルク  $Th$  と操舵トルクフィードバック部 1 2 0の出力である操舵反力  $AT$  との偏差 ( $AT-Th$ ) は減算器 1 0 1で求められ、その偏差 ( $AT-Th$ ) がコントロールユニット 1 0 0に入力され、その出力であるモータ電流指令値  $I_r$  がモータ 1 0 2を駆動すると共に、外乱オブザーバ構成のセルフアライニングトルク推定部 1 1 0に入力される。コントロールユニット 1 0 0はシステム全体の安定性を補償し、システムの特性格変動 (例えば共振周波数) があってもシステムの安定性を確保できることでロバスト特性を有している。コントロールユニット 1 0 0の伝達関数  $K(s)$  の決定はPIDでも良く、試行錯誤でも構わない。モータ 1 0 2の出力はモータトルク係数 1 0 3 ( $K_t$ )、ギア比 1 0 4 ( $Gr$ ) を経て加算器 1 0 5に入力され、その加算値が減算器 1 0 6を経てピニオンラック機構 1 3 0 ( $1/(J_{pt} \cdot s + C_{pt})$ ) に入力される。ピニオンラック機構 1 3 0の出力は積分要素 1 3 1 ( $1/s$ ) を経て加算器 1 3 3に入力されると共に、車両のダイナミック特性を示す要素 1 3 2に入力され、その出力であるセルフアライニングトルク  $SAT$  が減算器 1 0 6に入力される。また、加算器 1 3 3の加算結果は、トーションバーのバネ係数 1 3 4 ( $K_{tb}$ ) を経て出力される。

パネ係数 1 3 4 ( $K_{tb}$ ) からの出力  $T_{tb}$  は加算器 1 3 5 に入力されると共に加算器 1 0 5 にフィードバックされ、ピニオンラック機構 1 3 0 の出力であるモータ角速度  $\omega$  はセルフアライニングトルク推定部 1 1 0 に入力されている。そして、セルフアライニングトルク推定部 1 1 0 からのセルフアライニングトルク推定値  $ES$  は、加算器 1 3 5 を経て操舵トルクフィードバック部 1 2 0 に入力される。操舵トルクフィードバック部 1 2 0 は、動的特性部 1 2 1 と人間が感じるトルクのフィーリング特性の静的特性部 1 2 2 とで構成されている。

- 10 本発明は電動パワーステアリング用のセルフアライニングトルク及び操舵トルクを用いたフィードバック制御系を利用しており、その要旨となるフィードバックのコントロールユニット 1 0 0 は第 2 図に示す周波数特性（ゲイン・位相）に特徴付けられて積分要素を持たず、低域で比例特性を、高域で遮断特性を有している。操舵トルク  $T_h$  はトーショ
- 15 ンバーのトルクセンサで測定され、セルフアライニングトルク  $SAT$  は測定をしないで、オブザーバ構成のセルフアライニングトルク推定部 1 1 1 で推定される。推定されたセルフアライニングトルク  $ES$  及び測定したセルフアライニングトルク  $SAT$  は第 3 図に示すようになる。

- コントロールユニット 1 0 0 の特性  $K(s)$  を第 2 図にした場合の結果は第 6 図のようになり、良好なものとなった。従来装置の結果を示している特性に比べ、ゲインの変化による差異が大きくなっており、チューニングし易いことが分かる。これに対し、コントロール
- 20 ユニット 1 0 0 の特性  $K(s)$  を第 3 図にすると、その結果は第 7 図となり好ましくないことが分かる。つまり、第 7 図ではゲイン  $g$  を変えたときにトーションバーのトルクが変わりますが、ピニオン角度も大きく変わってステアリングの追従性が悪くなり、チューニングし難くなる。第 6 図ではゲイン  $g$  を変えたときにトーションバーのトルクが規則正しく変わった上、ピニオン角度が大きく変化しないため、ステアリングの追従性が劣化することなく、チューニングし
- 25

易い。

上述の例では角速度 $\omega$ をセルフライニングトルク推定に用いているが、角度を用いて推定することも可能である。

#### 5 産業上の利用可能性

本発明の自動車のパワーステアリング装置によれば、路面情報、外乱情報等の加工と操舵安定性の設計を独立的に設計できるようにしており、チューニングし易く、安定で安価であると共に、快適な操舵フィーリングが得られる。

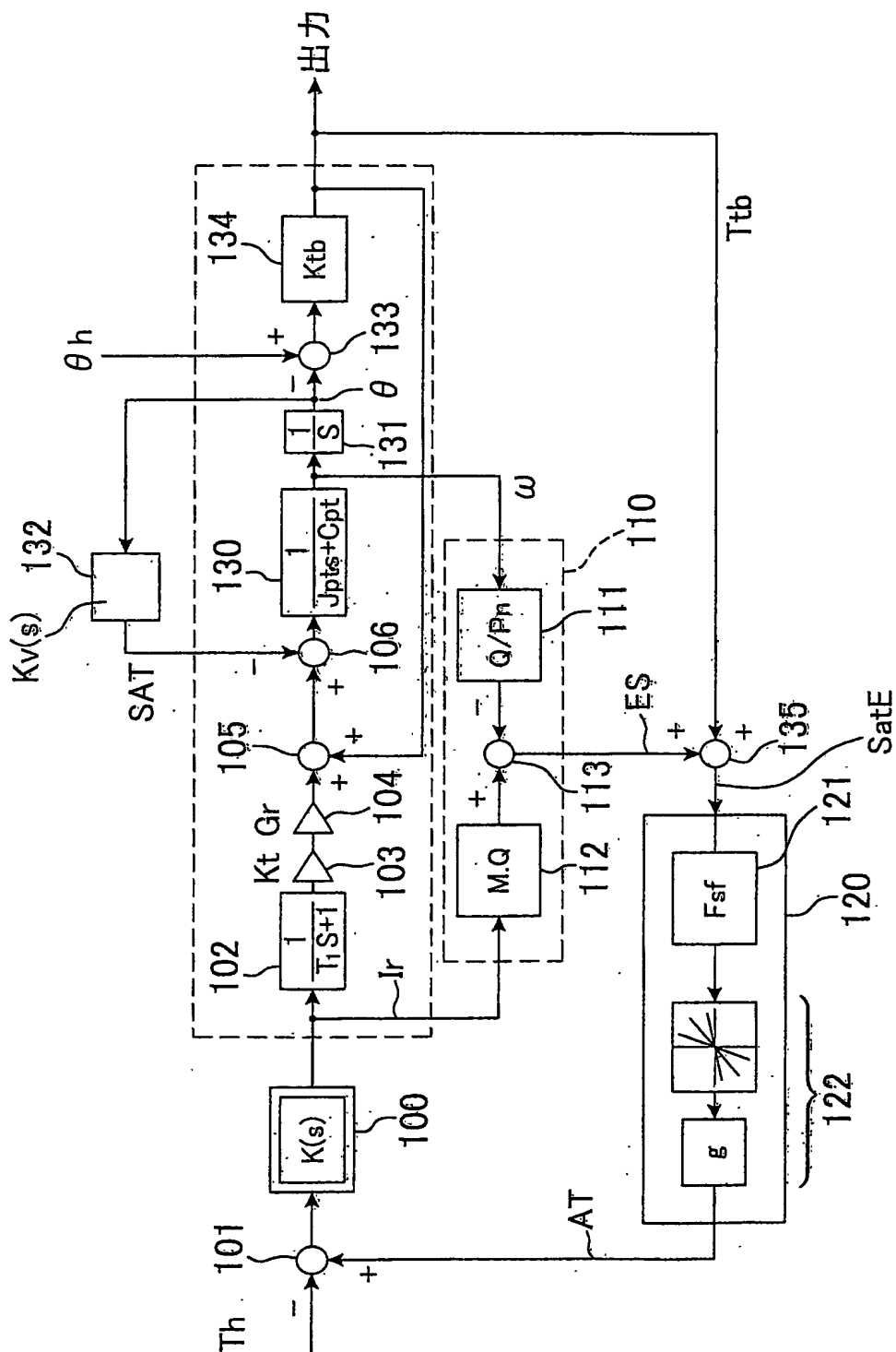
## 請 求 の 範 囲

1. ステアリングシャフトに発生する操舵トルクに基いて演算手段で演算された操舵補助指令値と、モータの電流値とから演算した電流制御値  
5 に基いてステアリング機構に操舵補助力を与える前記モータを制御するようになっている電動パワーステアリング装置において、外乱オブザーバ構成によりセルフアライニングトルクを推定するセルフアライニングトルク推定部と、前記セルフアライニングトルク推定部で推定されたセルフアライニングトルク推定値に基づいて操舵反力の定義を行って前  
10 記操舵トルクにフィードバックする操舵トルクフィードバック部とを具備したことを特徴とする電動パワーステアリング装置。
2. 前記操舵トルクフィードバック部の静特性の定義を、前記操舵反力及び前記セルフアライニングトルク推定値に基づいて決めるようになっている請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。
- 15 3. 前記操舵トルクフィードバック部操舵反力の動特性の定義を、ドライバに伝えたい情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを大きくし、ドライバに伝えたくない情報の周波数帯域の伝達関数のゲインを小さくするようになっている請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。
- 20 4. 前記操舵トルクと前記操舵トルクフィードバック部からの出力との偏差を入力するコントローラの特性を積分要素を含まず、低域において比例要素とし、高域において遮断要素としている請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。
5. 前記セルフアライニングトルク推定部が、モータ回転信号又は角速度信号とモータ電流指令値とからセルフアライニングトルクを推定する  
25 ようになっている請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置。

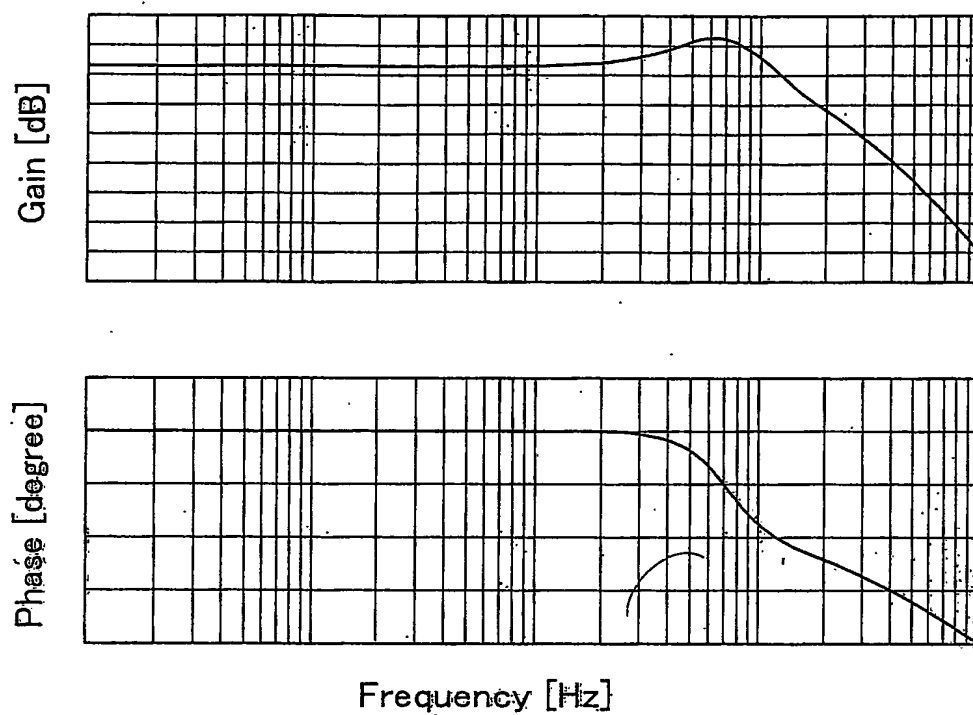
装置。



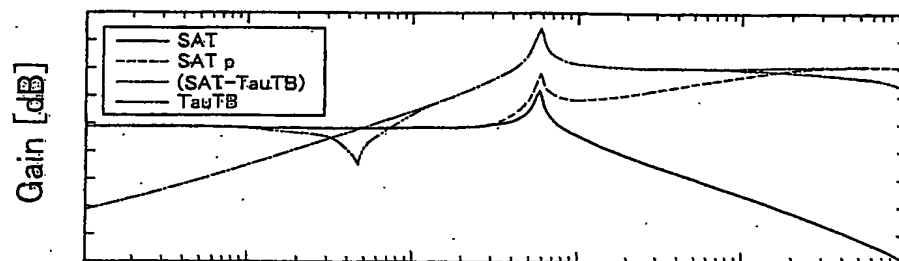
第1図



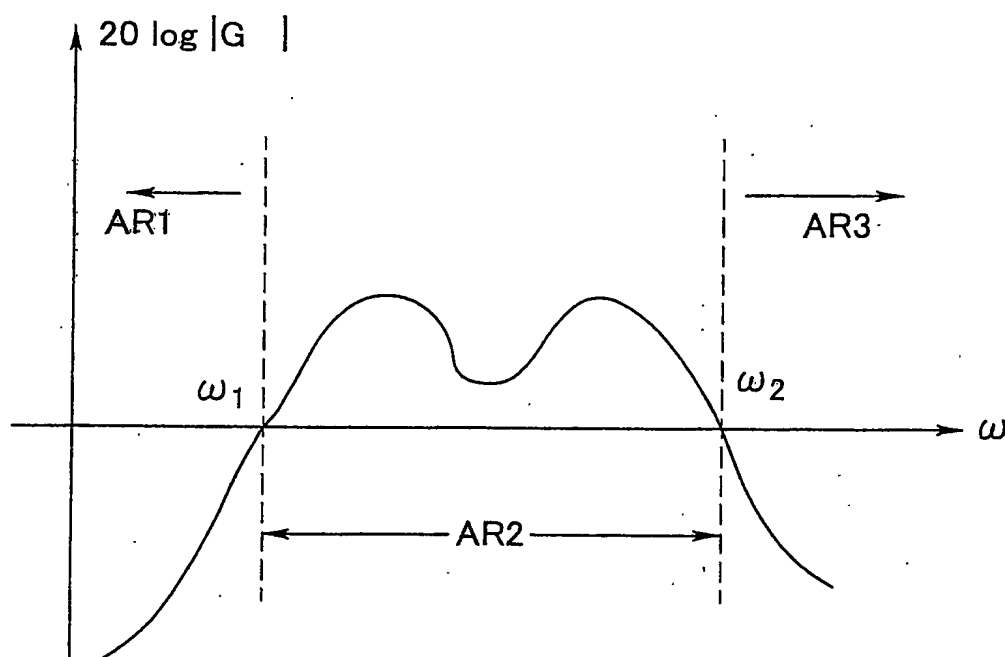
## 第2図



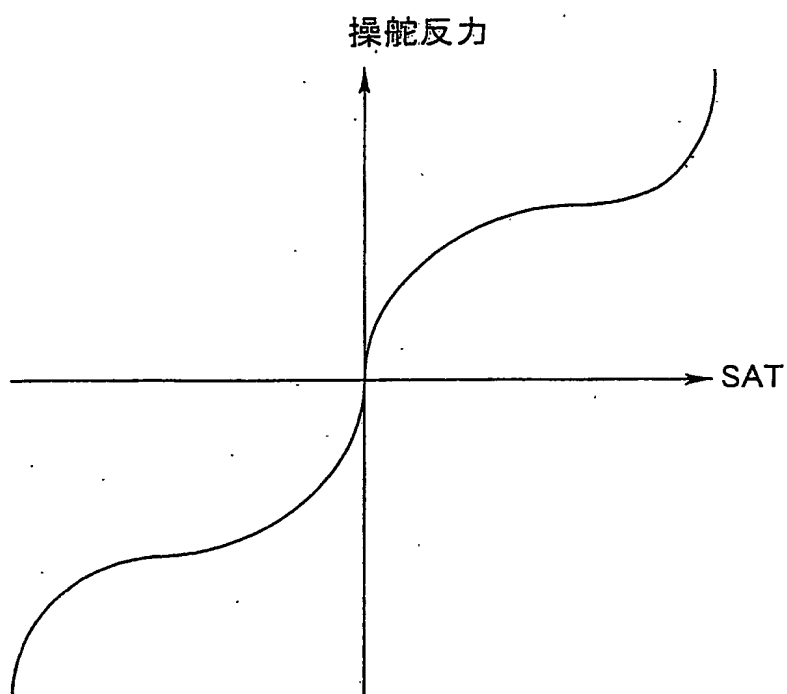
第3図



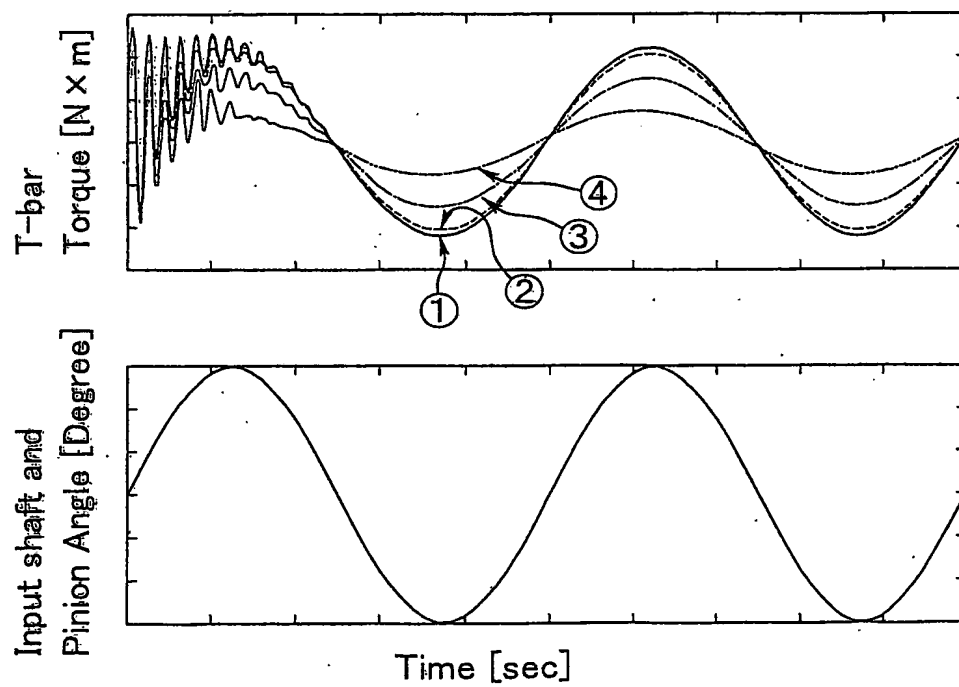
第4図



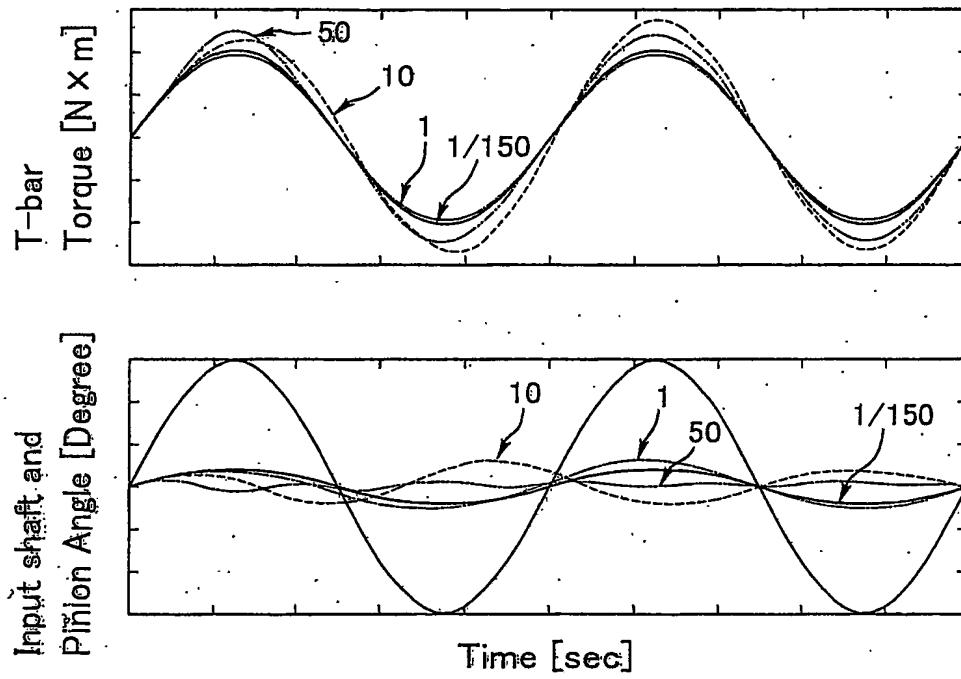
第 5 図



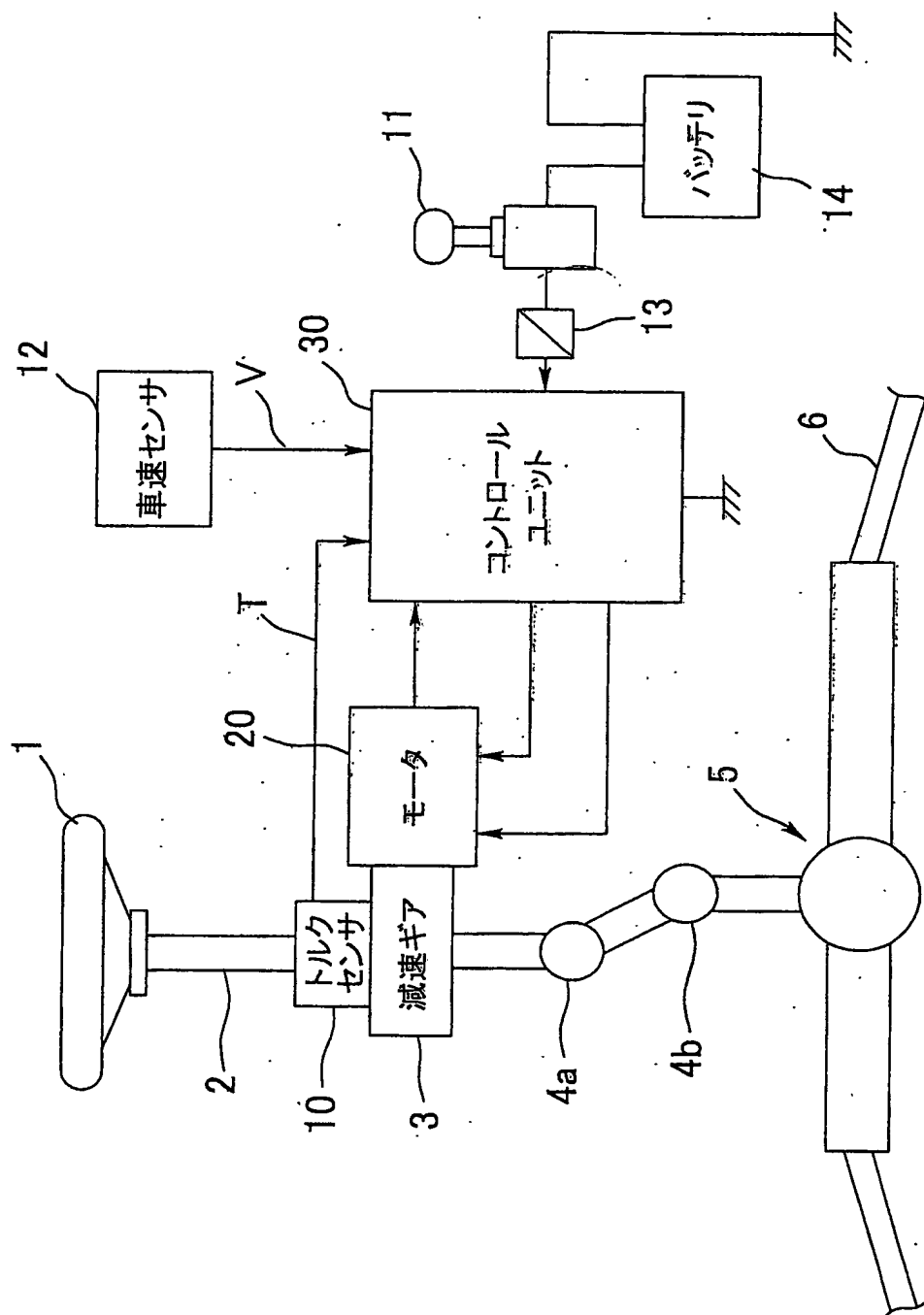
第 6 図



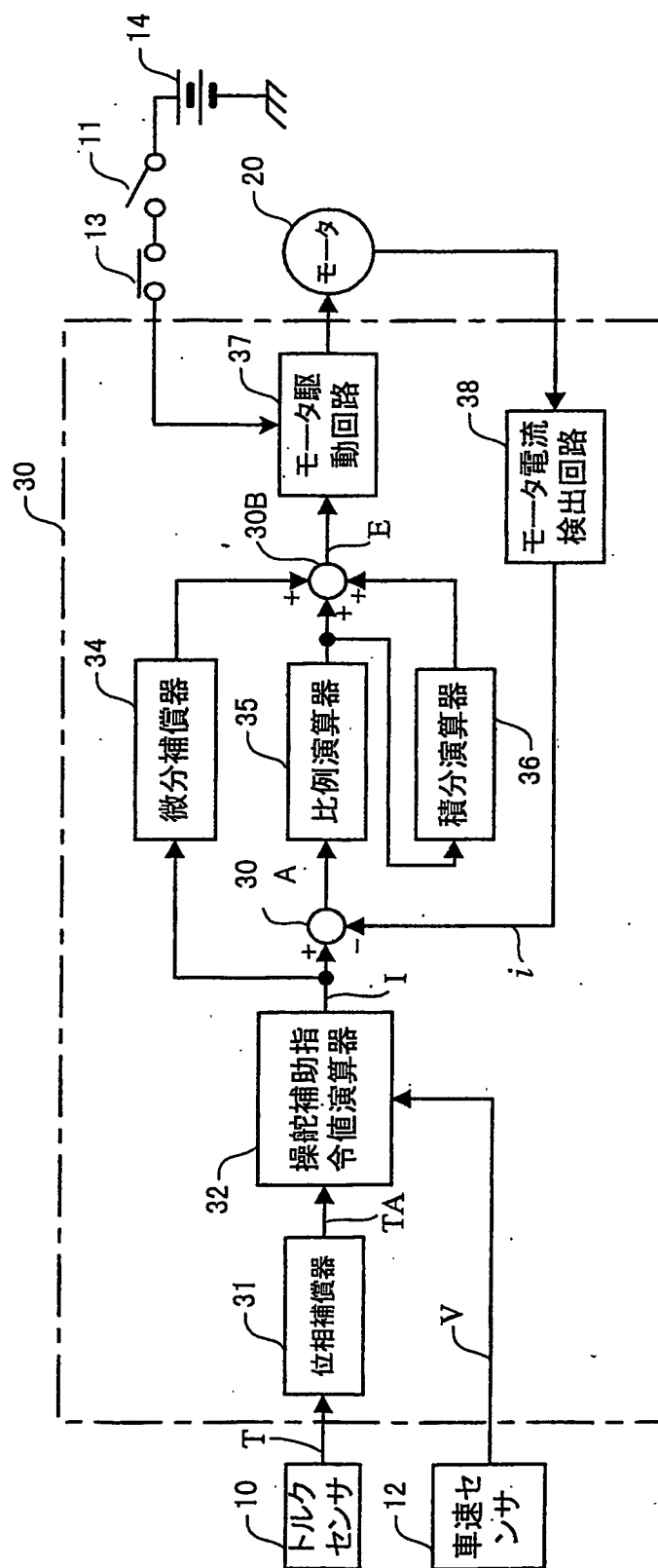
## 第 7 図



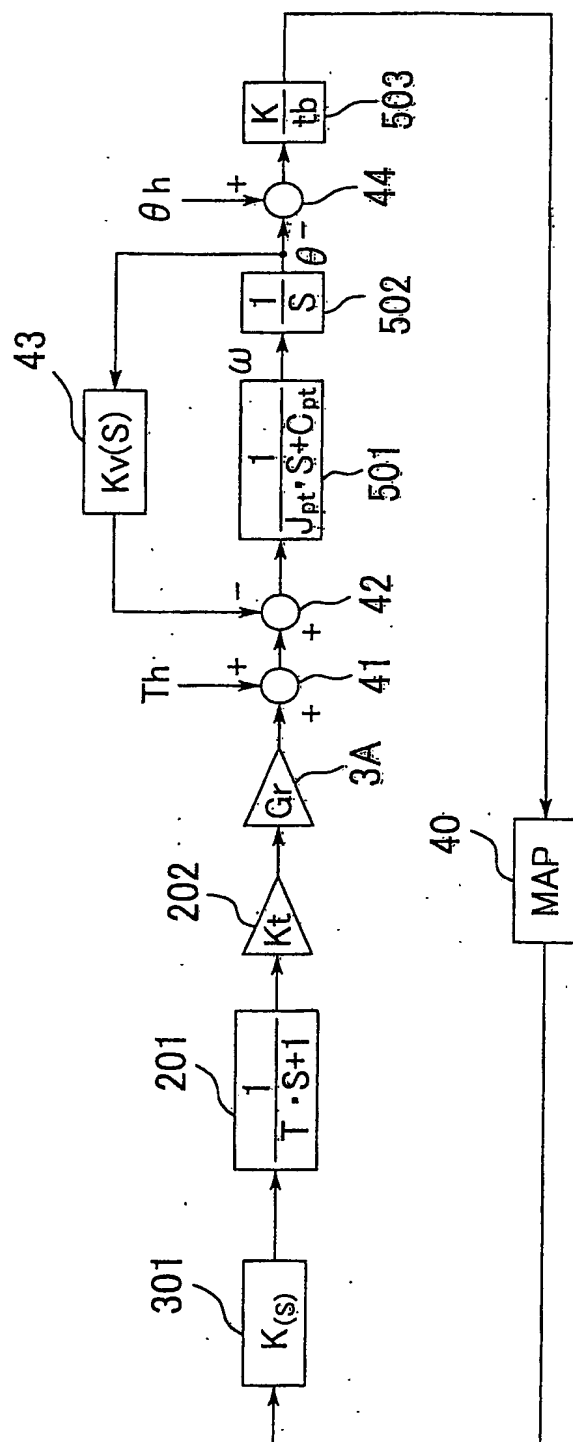
第 8 図



第9図

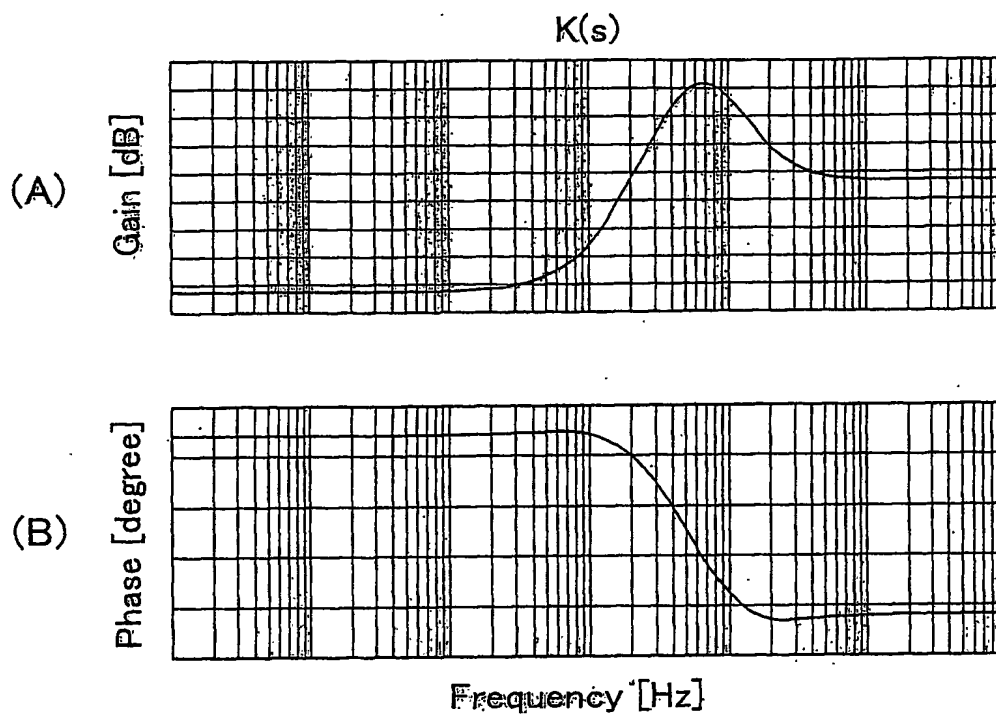


第10図

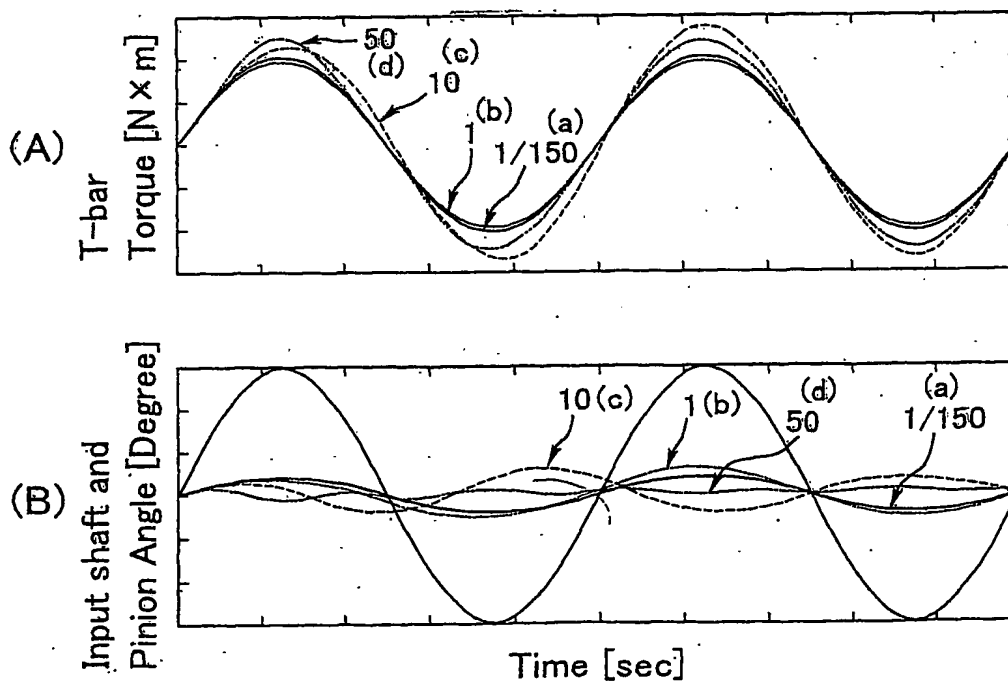




## 第 1 1 図



## 第 1 2 図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/00067

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
Int.Cl<sup>7</sup> B62D5/04, B62D6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> B62D5/04, B62D6/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2001-233232 A (Mitsubishi Electric Corp.), 28 August, 2001 (28.08.01), & US 2002/19690 A & EP 1127775 A	1, 2, 5 3, 4
X A	JP 2001-239952 A (Mitsubishi Electric Corp.), 04 September, 2001 (04.09.01), & EP 1129926 A	1, 2, 5 3, 4
A	JP 2001-213340 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 07 August, 2001 (07.08.01), (Family: none)	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:  
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance  
"E" earlier document but published on or after the international filing date  
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)  
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means  
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention  
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone  
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art  
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
13 March, 2003 (13.03.03)

Date of mailing of the international search report  
01 April, 2003 (01.04.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. B62D5/04、B62D6/00

B. 調査を行った分野  
調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl. B62D5/04、B62D6/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
日本国登録実用新案公報 1994-2003年  
日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	JP 2001-233232 A (三菱電機株式会社) 200 1. 08. 28 & US 2002/19690 A & EP 112 7775 A	1, 2, 5 3, 4
X A A	JP 2001-239952 A (三菱電機株式会社) 200 1. 09. 04 & EP 1129926 A JP 2001-213340 A (光洋精工株式会社) 200 1. 08. 07 (ファミリーなし)	1, 2, 5 3, 4 1-5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
「O」 口頭による開示、使用、展示等に関する文献  
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 13. 03. 03

国際調査報告の発送日 01.04.03

国際調査機関の名称及びあて先  
日本国特許庁 (ISA/JPO)  
郵便番号 100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)  
大谷謙仁



3Q 9433

電話番号 03-3581-1101 内線 3380